
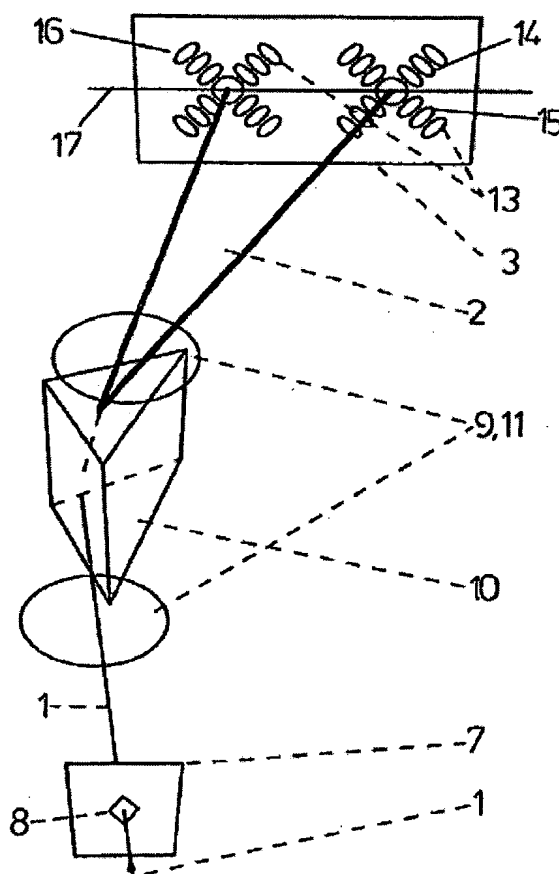


**OPTICAL ARRANGEMENT PROVIDED FOR A SPECTRAL FANNING OUT OF A LIGHT BEAM****Patent number:** WO9939165**Publication date:** 1999-08-05**Inventor:** ENGELHARDT JOHANN (DE); GUGEL HILMAR (DE);  
ULRICH HEINRICH (DE)**Applicant:** ENGELHARDT JOHANN (DE); GUGEL HILMAR (DE);  
ULRICH HEINRICH (DE); LEICA MICROSYS  
HEIDELBERG GMBH (DE)**Classification:****- International:** G01J3/04; G02B5/00; G02B21/00**- european:** G02B21/00M4A, G01J3/04, G02B5/04**Application number:** WO1999DE00211 19990128**Priority number(s):** DE19981003442 19980129**Also published as:** EP1053454 (A)**Cited documents:** US5537247 EP0565069 US5600620 US5532873**Abstract of WO9939165**

The invention relates to an optical arrangement provided for a spectral fanning out of a light beam (1), preferably in the detection beam path of a confocal microscope, especially for the subsequent splitting of the fanned out beam (2) out of the dispersion plane (3) thereof. The optical arrangement is also provided for detecting the fanned out spectral regions (4), whereby the incoming light beam (1) is focused on a pinhole (7). The invention is characterized in that the pinhole (7) has a polygonal passageway (8) in order to realize a high dynamic response when the light beam is split into spectral regions (4) or into spectral colors.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE -  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G01J 3/04, G02B 5/00, 21/00</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/39165</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>5. August 1999 (05.08.99)</b></p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/00211</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>28. Januar 1999 (28.01.99)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 03 442.3      29. Januar 1998 (29.01.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>LEICA MICROSYSTEMS HEIDELBERG GMBH [DE/DE]; Im Neuenheimer Feld 518, D-69120 Heidelberg (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>ENGELHARDT, Johann [DE/DE]; Schiessmauerweg 6, D-76669 Bad Schönborn (DE). ULRICH, Heinrich [DE/DE]; Langgewann 2, D-69121 Heidelberg (DE). GUGEL, Hilmar [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 23b, D-69221 Dossenheim (DE).</b></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/00211</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>28. Januar 1999 (28.01.99)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 03 442.3      29. Januar 1998 (29.01.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>LEICA MICROSYSTEMS HEIDELBERG GMBH [DE/DE]; Im Neuenheimer Feld 518, D-69120 Heidelberg (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>ENGELHARDT, Johann [DE/DE]; Schiessmauerweg 6, D-76669 Bad Schönborn (DE). ULRICH, Heinrich [DE/DE]; Langgewann 2, D-69121 Heidelberg (DE). GUGEL, Hilmar [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 23b, D-69221 Dossenheim (DE).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/00211</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>28. Januar 1999 (28.01.99)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 03 442.3      29. Januar 1998 (29.01.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>LEICA MICROSYSTEMS HEIDELBERG GMBH [DE/DE]; Im Neuenheimer Feld 518, D-69120 Heidelberg (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>ENGELHARDT, Johann [DE/DE]; Schiessmauerweg 6, D-76669 Bad Schönborn (DE). ULRICH, Heinrich [DE/DE]; Langgewann 2, D-69121 Heidelberg (DE). GUGEL, Hilmar [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 23b, D-69221 Dossenheim (DE).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			
<p>(54) Title: <b>OPTICAL ARRANGEMENT PROVIDED FOR A SPECTRAL FANNING OUT OF A LIGHT BEAM</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>OPTISCHE ANORDNUNG ZUM SPEKTRALEN AUFFÄCHERN EINES LICHTSTRAHLS</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an optical arrangement provided for a spectral fanning out of a light beam (1), preferably in the detection beam path of a confocal microscope, especially for the subsequent splitting of the fanned out beam (2) out of the dispersion plane (3) thereof. The optical arrangement is also provided for detecting the fanned out spectral regions (4), whereby the incoming light beam (1) is focused on a pinhole (7). The invention is characterized in that the pinhole (7) has a polygonal passageway (8) in order to realize a high dynamic response when the light beam is split into spectral regions (4) or into spectral colors.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Eine optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahls (1), vorzugsweise im Detektionsstrahlengang eines Konfokalmikroskops, insbesondere zum anschliessenden Aufspalten des aufgefächerten Strahls (2) aus dessen Dispersionsebene (3) heraus und zur Detektion der aufgespaltenen Spektralbereiche (4), wobei der ankommende Lichtstrahl (1) auf ein Pinhole (7) fokussiert ist, ist zur Erzielung einer hohen Dynamik bei der Aufspaltung des Lichtstrahls in Spektralbereiche (4) bzw. Spektralfarben dadurch gekennzeichnet, dass das Pinhole (7) einen polygonförmigen Durchtritt (8) hat.</p>				

## **Optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahls**

Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahls, vorzugsweise im Detektionsstrahlengang eines

5 Konfokalmikroskops, insbesondere zum anschließenden Aufspalten des aufgefächerten Strahls aus dessen Dispersionsebene heraus und zur Detektion der aufgespaltenen Spektralbereiche, wobei der ankommende Lichtstrahl auf ein Pinhole fokussiert ist.

Optische Anordnungen der hier in Rede stehenden Art sind aus der Praxis seit

10 geraumer Zeit bekannt, und zwar in Verbindung mit der gleichzeitigen Detektion mehrerer Spektralbereiche eines Lichtstrahls, die mit einem sogenannten Multibanddetektor erfolgt. Bei einem solchen Multibanddetektor handelt es sich um eine aufwendige optische Anordnung, die bislang mit zusätzlicher Optik eine Mehrfachfokussierung ermöglicht.

15 Will man im Detektionsstrahlengang eines Konfokalmikroskops den Strahl zunächst spektral auffächern und anschließend aus dessen Dispersionsebene heraus in einzelne Spektralbereiche aufspalten, ist eine hohe Dynamik bei der Abtrennung des Anregungslichts erwünscht. Beugungserscheinungen, die durch die Form des Detektionspinholes hervorgefufen werden, stehen einer solchen

20 hohen Dynamik jedoch grundsätzlich entgegen, wobei insbesondere die Nebenmaxima der Beugungsfunktion im spektral abgetrennten Detektionsbereich Probleme verursachen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung der gattungsbildenden Art derart auszugestalten und weiterzubilden,

daß eine Aufspaltung des aufgefächerten Strahls mit einer Unterdrückung von störenden Beugungsanteilen im Spektralbereich möglich ist.

Die erfindungsgemäße optische Anordnung der gattungsgemäßen Art löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach  
5 ist eine solche Anordnung dadurch gekennzeichnet, daß das Pinhole einen polygonförmigen Durchtritt für den Lichtstrahl hat.

Erfindungsgemäß ist zunächst einmal erkannt worden, daß das die Form des Pinholes verantwortlich dafür ist, welches Beugungsmuster für die verschiedenen Farben in der Fokusebene bzw. in der Dispersionsebene auftritt.  
10 Während nämlich ein Pinhole mit rundem Durchtritt kreisringförmige Beugungsnebenmaxima mit limitierter Dynamik aufgrund der hier auftretenden Beugungseffekte aufweist, ergibt sich aus der Anwendung eines Pinholes mit polygonförmigem Durchtritt ein ganz anderes Beugungsmuster, nämlich ein Beugungsmuster, dessen Beugungsmaxima in sich überkreuzenden Linien  
15 angeordnet sind. Jedenfalls ist es angesichts einer solchen Anordnung möglich, die Hauptbeugungsmaxima zu detektieren, und die problematischen Nebengebungserscheinungen zu unterdrücken.

Hinsichtlich einer konkreten Ausgestaltung des Pinholes bzw. des dort ausgebildeten Durchtritts ist es von weiterem Vorteil, wenn dieser —  
20 polygonförmige — Durchtritt symmetrisch ausgestaltet ist. Dabei könnte der Durchtritt dreieckig oder viereckig ausgebildet sein, wobei im Rahmen einer viereckigen Ausgestaltung die symmetrische und dabei rechteckige Form von besonderem Vorteil ist. Daraus ergibt sich nämlich ein ganz besonders geeignetes Beugungsmuster des Pinholes für verschiedene Spektralbereiche  
25 bzw. Farben, nämlich ein Spektralkreuz, wobei sich die Achsen des Kreuzes in den Hauptbeugungsmaxima treffen. Dazwischenliegende Nebenbeugungsmaxima sind bei der Detektion bzw. Aufspaltung weniger problematisch.

Im Strahlengang vor und/oder nach dem Pinhole könnten zusätzlich Blenden angeordnet sein, wobei es sich dabei vorzugsweise um variable Blenden handelt. Diese Blenden dienen zur Unterdrückung von Beugungsmaxima bzw. Beugungserscheinungen höherer Ordnung.

- 5 Grundsätzlich ist die gleichzeitige Detektion mehrerer Spektralbereiche eines Lichtstrahls dann ohne weiteres möglich, wenn man den Lichtstrahl zunächst spektral auffächert und anschließend aus der Dispersionsebene heraus eine Aufspaltung des aufgefächerten Strahls vornimmt. Die Aufspaltung des aufgefächerten Strahls aus der Dispersionsebene heraus erfolgt mittels einer
- 10 besonderen optischen Anordnung, wobei die in Spektralbereiche aufgespaltenen Teilstrahlen bzw. die Spektralbereiche selbst detektiert werden, und zwar gleichzeitig. Wesentlich ist hier, daß der eigentlichen Aufspaltung in Spektralbereiche ein Auffächern des Lichtstrahls vorangeht, so daß die Aufspaltung aus der Dispersionsebene heraus am aufgefächerten Strahl
- 15 stattfinden kann. Eine Mehrfachfokussierung mit zusätzlicher Optik ist hier jedenfalls nicht erforderlich.

- Grundsätzlich sind hier zwei optische Anordnungen vorgesehen, nämlich einmal zum spektralen Auffächern des Lichtstrahls und ein anderes Mal zum Aufspalten und anschließenden Detektieren. Der Anordnung zum spektralen Auffächern
- 20 des Lichtstrahls ist das Pinhole vorgeschaltet, auf das der ankommende Lichtstrahl fokussiert ist, wobei das Pinhole einem Laserscanner unmittelbar nachgeschaltet sein kann. Wesentlich ist hier jedenfalls die Erkenntnis, daß die Form des Durchtritts im Pinhole ein bestimmtes Beugungsmuster des aufgefächerten Lichtstrahls in der Dispersionsebene erzeugt.

- 25 Vom Pinhole läuft der Strahl ggf. über die bereits zuvor erwähnte variable Blende zu Fokussieroptiken und Dispersionsmitteln. Die Dispersionsmittel können im Hinblick auf eine besonders einfache Konstruktion als Prisma ausgeführt sein. Vor und nach den Dispersionsmitteln bzw. dem Prisma ist

jeweils eine Fokussieroptik angeordnet, die wiederum eine Linsenanordnung umfassen kann.

Der von dem Pinhole zum Prisma laufende divergente Strahl wird durch die Fokussieroptiken in die nachgeordnete Spalt-/Detektoranordnung fokussiert,  
5 von wo aus die Aufspaltung in Spektralbereiche stattfindet.

Hinsichtlich der Spalt-/Detektoranordnung ist es von Vorteil, wenn dort in der Fokusebene bzw. Dispersionsebene des aufgefächerten Strahls besondere Farbselektionsspalten vorgesehen sind, die wiederum derart angeordnet und ausgerichtet sind, daß Beugungserscheinungen am Detektionsspalt  
10 ausblendbar sind.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der  
15 Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

20 Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine herkömmliche optische Anordnung mit einem einen runden Durchtritt aufweisenden Pinhole,

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung, wobei das Pinhole einen quadratischen Durchtritt aufweist und

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung die gesamte optische Anordnung umfassend das Auffächern des Lichtstrahls, die Aufspaltung des aufgefächerten Strahls und die Detektion.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahls 1, wobei es sich hier um den Lichtstrahl 1 im Detektionsstrahlengang eines in den Figuren nicht gezeigten Konfokalmikroskops handelt. Nach dem spektralen Auffächern des Lichtstrahls 1 findet eine Aufspaltung des aufgefächerten Strahls 2 aus dessen Dispersionsebene 3 heraus statt. Es erfolgt eine Detektion der aufgespaltenen Spektralbereiche 4 mittels geeigneter Detektoren 5. Der Gesamtzusammenhang läßt sich Fig. 3 entnehmen, wobei dort zur Aufspaltung des aufgefächerten Strahls 2 Detektionsspalte 6 zur Selektion der Spektralbereiche 4 vorgesehen sind. Die hier gewählte einfache Darstellung dient der Verdeutlichung der Funktionsweise. Auf die Darstellung weiterer Einzelheiten wird der Übersicht halber verzichtet.

Bei der in Fig. 1 gezeigten optischen Anordnung handelt es sich um eine Anordnung herkömmlicher Art, d.h. um eine aus dem Stand der Technik bekannte Anordnung, bei der der ankommende Lichtstrahl 1 auf ein Pinhole 7 mit rundem Durchtritt 8 fokussiert ist. Von dort aus verläuft der Strahl durch eine Fokussieroptik 9, und ein als Prisma 10 ausgeführtes Dispersionsmittel über eine weitere Fokussieroptik 11 in eine lediglich in Fig. 3 angedeutete Spalt-/Detektoranordnung 12, wobei sich aufgrund des Pinholes 7 mit rundem Durchtritt 8 in der Dispersionsebene 3 ein ganz besonderes Beugungsmuster 13 für verschiedene Farben ergibt. Kreisringförmig abgebildete Beugungsnebenmaxima limitieren die Dynamik des bekannten Systems.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße optische Anordnung, bei der das Pinhole 7 einen polygonförmigen Durchtritt 8 aufweist, nämlich im Konkreten einen viereckigen bzw. rechteckigen Durchtritt. Dieses Pinhole 7 bzw. der dort

realisierte Durchtritt 8 verursacht im Gegensatz zu der herkömmlichen optischen Anordnung ein ganz anderes Beugungsmuster 13 in der Dispersionsebene 3, nämlich aufgrund der in zwei Linien 14, 15 angeordneten Beugungsmaxima 16.

Fig. 2 zeigt lediglich symbolisch, daß die Detektionsspalte 6 derart angeordnet und ausgerichtet sind, daß Beugungserscheinungen am Detektionsspalt 6 ausblendbar sind, da nämlich entlang der Detektionslinie 17 allenfalls vernachlässigbare Nebenbeugungsmaxima liegen.

Wesentlich ist jedenfalls, daß die Ausgestaltung des Pinholes bzw. dessen Durchtritts 8 für das Beugungsmuster 13 verantwortlich ist, wobei bei polygonförmigem Durchtritt 8 das Pinhole 7 ein Beugungsmuster 13 ergibt, welches eine Ausblendung der Nebenmaxima der Beugungserscheinung durch geeignete Detektionsspalte 6 ermöglicht, so nämlich bei Verwendung eines rechteckigen Durchtritts 8 des Pinholes 7 durch spektrale Aufspaltung diagonal zum Beugungskreuz.



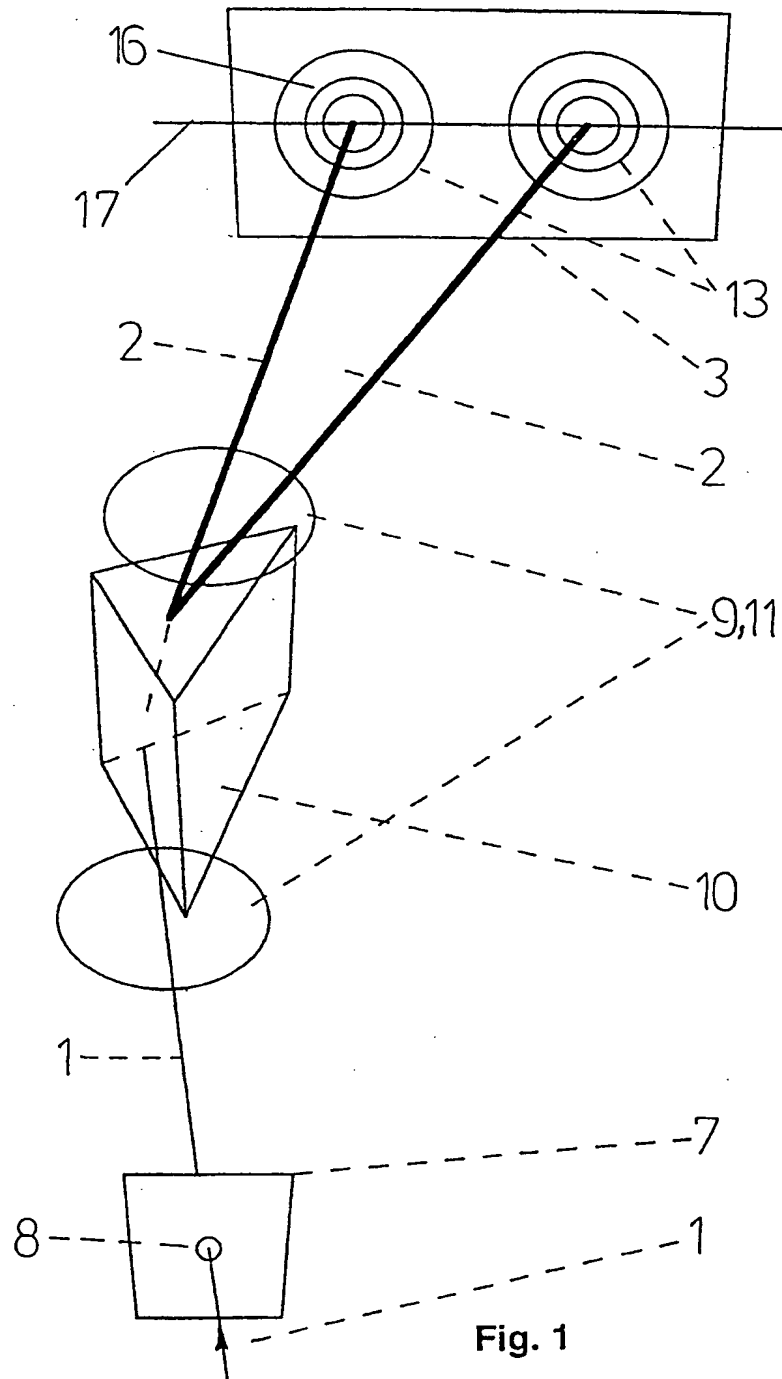
**Bezugszeichenliste**

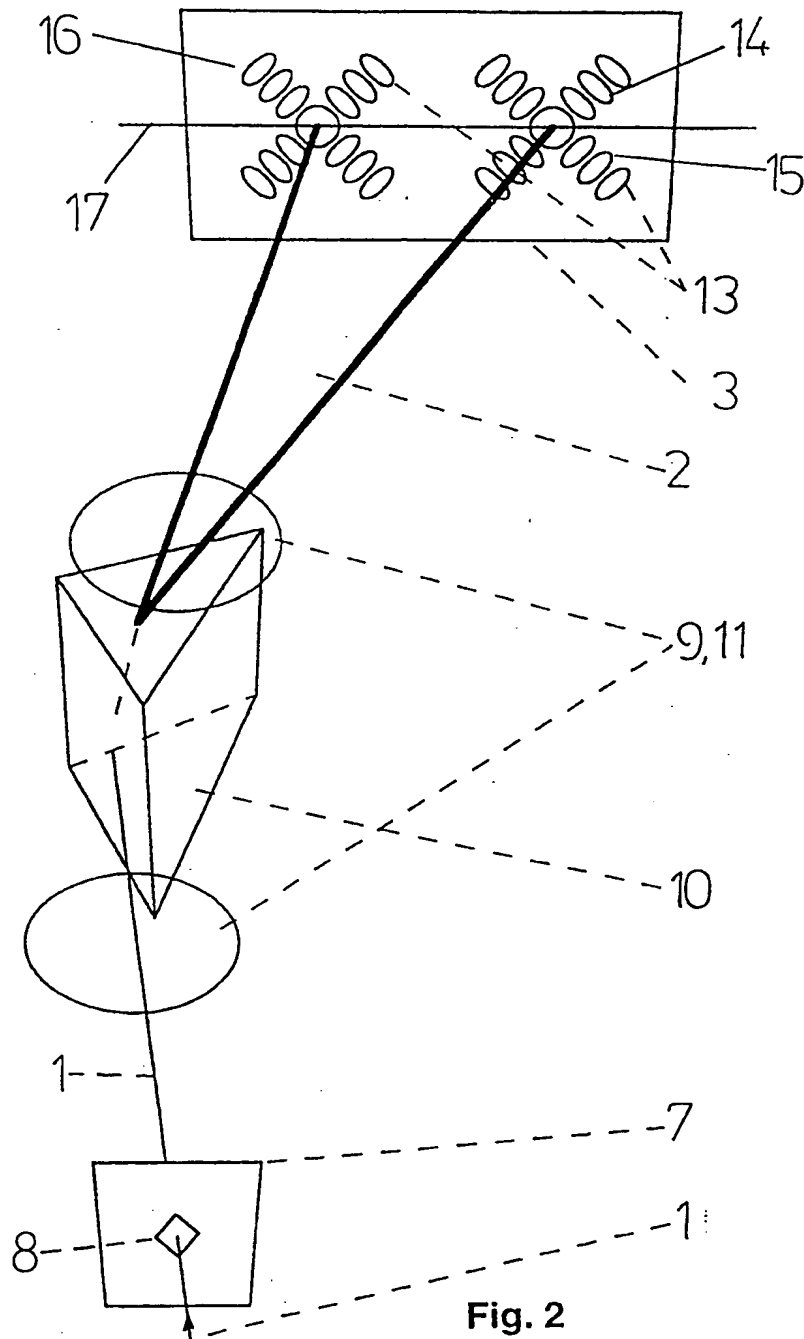
	1	Lichtstrahl
	2	aufgefächerter Strahl
	3	Dispersionsebene
5	4	Spektralbereich
	5	Detektor
	6	Detektionsspalte
	7	Pinhole
	8	Durchtritt
10	9	Fokussieroptik
	10	Prisma
	11	Fokussieroptik
	12	Spalt-/Detektoranordnung
	13	Beugungsmuster
15	14	Linie
	15	Linie
	16	Beugungsmaxima
	17	Detektionslinie

### Patentansprüche

1. Optische Anordnung zum spektralen Auffächern eines Lichtstrahls (1), vorzugsweise im Detektionsstrahlengang eines Konfokalmikroskops, insbesondere zum anschließenden Aufspalten des aufgefächerten  
5 Strahls (2) aus dessen Dispersionsebene (3) heraus und zur Detektion der aufgespaltenen Spektralbereiche (4), wobei der ankommende Lichtstrahl (1) auf ein Pinhole (7) fokussiert ist,  
  
**dadurch gekennzeichnet**, daß das Pinhole (7) einen polygonförmigen Durchtritt (8) hat.
- 10 2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der polygonförmige Durchtritt (8) symmetrisch ausgestaltet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchtritt (8) dreieckig ausgebildet  
15 ist.
4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchtritt (8) viereckig ausgebildet ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch**  
20 **gekennzeichnet**, daß der Durchtritt (8) rechteckig ausgebildet ist.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Strahlengang vor und/oder nach dem Pinhole (7) eine vorzugsweise variable Blende angeordnet ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Pinhole (7) im Strahlengang Fokussieroptiken (9, 11) und Dispersionsmittel nachgeordnet sind.
- 5 8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dispersionsmittel ein Prisma (10) umfassen.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Strahlengang vor und/oder nach den Dispersionsmitteln eine Fokussieroptik (9, 11) angeordnet ist.
- 10 10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fokussieroptiken (9, 11) Linsenanordnungen umfassen.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lichtstrahl (1) mittels der  
15 Fokussieroptiken (9, 11) in eine Spalt-/Detektoranordnung (12) fokussierbar ist.
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spalt-/Detektoranordnung (12) in der Fokusebene bzw. Dispersionsebene (3) des aufgefächerten Strahls  
20 (2) Farbselektionsspalte bzw. Detektionsspalte (6) umfaßt, die derart angeordnet und ausgerichtet sind, daß Beugungserscheinungen am Detektionsspalt (6) ausblendbar sind.





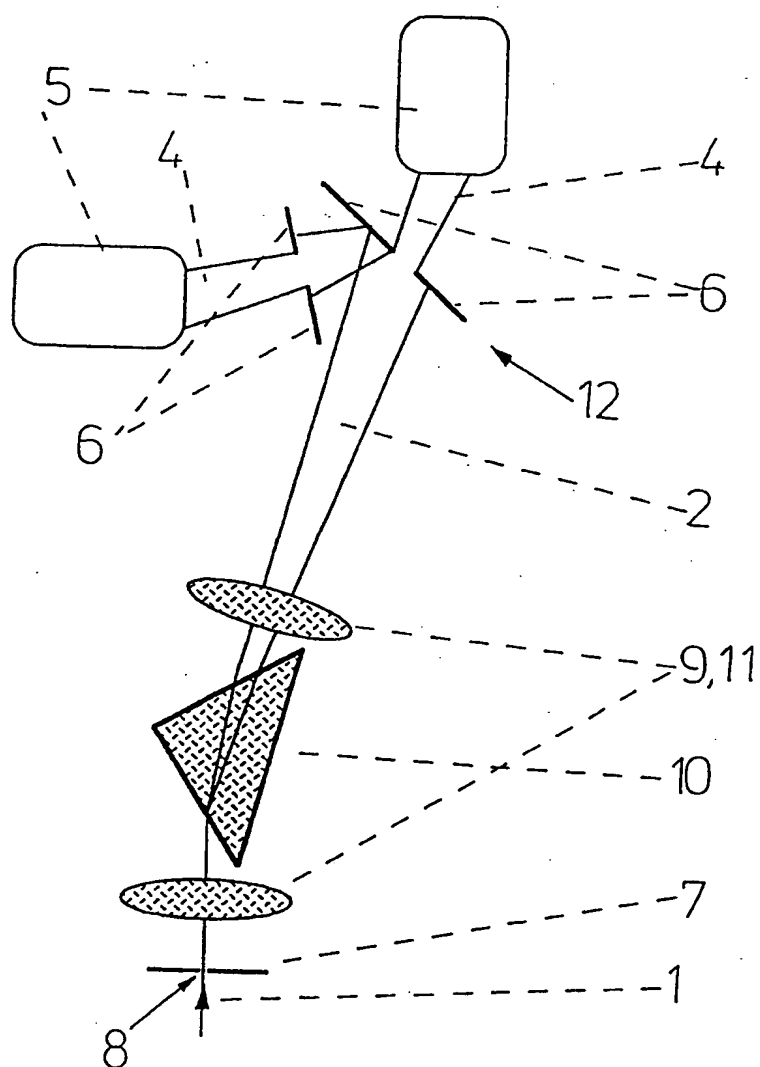


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/00211

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01J3/04 G02B5/00 G02B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01J G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 537 247 A (XIAO GUOQING) 16 July 1996 see column 8, line 3 - line 38 see column 4, line 21 - line 39; figure 6 ---	1-11
A	EP 0 565 069 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 13 October 1993 see page 2, column 2, line 36 - line 50 ---	1-5
A	US 5 600 620 A (OHGURI OSAMU) 4 February 1997 see column 4, line 54 - column 5, line 22; figures 1,4 ---	1,4,5
A	US 5 532 873 A (DIXON ARTHUR E) 2 July 1996 see column 6, line 60 - line 62; figure 3 -----	1,4,5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 1999

Date of mailing of the international search report

10/06/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scheu, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/00211

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5537247	A	16-07-1996	NONE		
<hr/>					
EP 0565069	A	13-10-1993	DE 4212077	A	14-10-1993
			DE 59303050	D	01-08-1996
<hr/>					
US 5600620	A	04-02-1997	JP 2655103	B	17-09-1997
			JP 8138260	A	31-05-1996
			JP 8147748	A	07-06-1996
<hr/>					
US 5532873	A	02-07-1996	WO 9507488	A	16-03-1995
			EP 0733225	A	25-09-1996
			JP 9509256	T	16-09-1997
			US 5737121	A	07-04-1998
<hr/>					